

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN 10/507133

(11)Publication number : 2002-140807

(43)Date of publication of application : 17.05.2002

(51)Int.Cl. G11B 5/70
G11B 5/706
G11B 5/738
G11B 5/84

(21)Application number : 2000-333929

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 31.10.2000

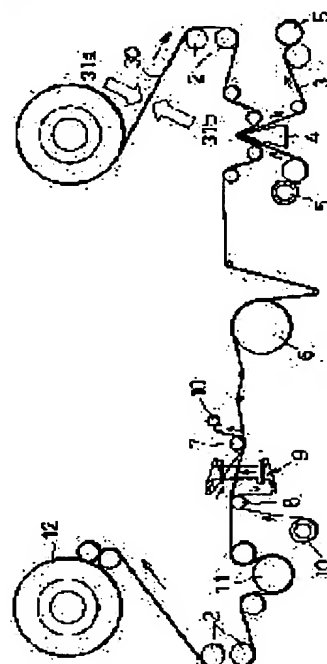
(72)Inventor : OKADA YOSHIKI
KATAYAMA TAKUYA

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS TREATMENT METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an MR head corresponding magnetic recording medium having a low error rate and a small off-track, and its treatment method.

SOLUTION: This magnetic recording medium is provided with at least one undercoat layer, and a magnetic layer formed in this order on one surface of a nonmagnetic support, and a backcoat layer on an opposite surface. In this case, the thickness of the magnetic layer is set equal to/lower than $0.30\text{ }\mu\text{m}$, center line average surface roughness R_a equal to/lower than 3.2 nm , $(P1-P0)$ equal to/lower than 30 nm and $(P1-P20)$ equal to/lower than 50 nm when the center value of magnetic layer ruggedness is $P0$, the maximum projected amount of the magnetic layer is $P1$, and the amount of the 20th projection is $P20$, and the atomic ratio (N/Fe) of nitrogen and iron obtained by ESCA observation equal to/lower than 0.25 . The surface of the magnetic recording medium is treated by a treatment method including the step of polishing the magnetic layer of the magnetic recording medium by a polishing tape, the step of smoothing the magnetic layer by a rotary drum, and the step of wiping out stains on the magnetic layer or the magnetic layer and the backcoat layer.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-140807

(P2002-140807A)

(43)公開日 平成14年5月17日(2002.5.17)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート(参考)
G 1 1 B	5/70	G 1 1 B	5/70
	5/706		5/706
	5/738		5/738
	5/84		5/84
			A

審査請求 未請求 請求項の数3

O L

(全18頁)

(21)出願番号 特願2000-333929(P2000-333929)

(22)出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 岡田 剛紀

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

(72)発明者 ▲片▼山 卓也

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

(74)代理人 100077920

弁理士 折寄 武士

Fターム(参考) 5D006 BA01 BA19 EA04 FA09

5D112 AA05 AA08 AA22 BB02 GA08

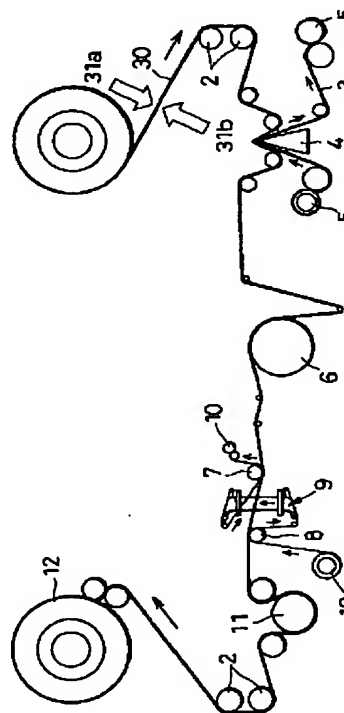
GA13 GA15

(54)【発明の名称】磁気記録媒体およびその処理方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 エラーレートが低く、オフトラックの小さい、MRヘッド対応磁気記録媒体および処理方法の提供。

【解決手段】 非磁性支持体上の一面に、少なくとも一層の下塗層と、磁性層とがこの順に形成され、反対面にバックコート層を有する磁気記録媒体において、該磁性層の厚さを $0.30\mu\text{m}$ 以下、中心線平均表面粗さ R_a を 3.2nm 以下とし、磁性層の凹凸の中心値を P_0 、磁性層の最大の凸量を P_1 、第20番目の凸量を P_{20} とした時の $(P_1 - P_0)$ を 30nm 以下、 $(P_1 - P_{20})$ を 5nm 以下に設定し、かつE S C A観察で得られる窒素と鉄の原子比 (N/Fe) を 0.25 以下に設定する。磁気記録媒体の磁性層を研磨テープで研磨する工程と、回転ドラムでの磁性層を平滑化する工程と、磁性層または磁性層およびバックコート層の汚れを拭き取る工程とを含む処理方法で磁気記録媒体の表面処理を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性支持体上の一面に、少なくとも一層の下塗層と、磁性層とがこの順に形成され、反対面にバックコート層を有する磁気記録媒体において、磁性層の厚さが $0.30\mu\text{m}$ 以下、中心線平均表面粗さ R_a が 3.2nm 以下で、磁性層の凹凸の中心値を P_0 、磁性層の最大の凸量を P_1 、第20番目の凸量を P_{20} とした時の $(P_1 - P_0)$ が 30nm 以下、 $(P_1 - P_{20})$ が 5nm 以下で、かつESCA観察で得られる窒素と鉄の原子比 (N/Fe) が 0.25 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 磁気抵抗効果型素子を利用した再生ヘッドによって磁気記録信号が再生される請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 磁気記録媒体の処理方法であって、磁気記録媒体の磁性層を研磨テープ（ラッピングテープ）で研磨する工程と、その後に回転ドラムで磁気記録媒体の磁性層を平滑化する工程と、その後に磁気記録媒体の磁性層または磁性層およびバックコート層の汚れを拭き取る工程とを含むことを特徴とする磁気記録媒体の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録容量、アクセス速度、転送速度が高い磁気記録媒体とその処理方法に関し、特に磁気抵抗効果素子（MR素子）を利用した再生ヘッド（以下、MRヘッド）を使用するデータバックアップ用磁気記録媒体とその処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】磁気テープは、オーディオテープ、ビデオテープ、コンピューターテープなど種々の用途があるが、特にデータバックアップ用テープの分野ではバックアップ対象となるハードディスクの大容量化に伴い、1巻当たり数十GB以上の記憶容量のものが商品化されており、今後ハードディスクのさらなる大容量化に対応するためバックアップテープの高容量化は不可欠である。また、アクセス速度、転送速度を大きくするため、テープの送り速度、テープとヘッド間の相対速度を高めることが必要不可欠である。

【0003】バックアップテープ1巻当たりの高容量化のためには、テープ全厚を薄くして1巻あたりのテープ長さを長くすること、磁性層厚さを $0.3\mu\text{m}$ 以下と極めて薄くすることで厚さ減磁を小さくして記録波長を短くすることと共に、トラック幅を $15\mu\text{m}$ 以下と狭くして幅方向の記録密度を高くすることが必要である。

【0004】磁性層厚さを $0.3\mu\text{m}$ 以下と極めて薄くすると、耐久性が劣化したりするので、非磁性支持体と磁性層との間に少なくとも一層の下塗層を設ける必要がある。また、記録波長を短くすると、磁性層と磁気ヘッド

とのスペーシングの影響が大きくなるので、磁性層に大きな突起があると、スペーシングロスにより、出力ピークの半値幅（ $PW50$ ）が広くなったり出力が低下したりして、エラーレートが高くなる。

【0005】トラック幅を $15\mu\text{m}$ 以下と狭くして幅方向の記録密度を高くすると磁気記録媒体からの漏れ磁束が小さくなるため、再生ヘッドに微小磁束でも高い出力が得られる磁気抵抗効果型素子を使用した再生ヘッド（以下、MRヘッド）を使用する必要がある。

【0006】MRヘッド対応の磁気記録媒体には、特開平11-238225号、特開平2000-40217号、特開平2000-40218号に記載されたものがある。これらの従来技術では、磁気記録媒体の磁束（残留磁束密度と厚さの積）を特定の値に制御してMRヘッドの出力の歪を防止したり、磁性層表面のへこみを特定の値以下にしてMRヘッドのサーマル・アスペリティを低減したりしている。

【0007】従来の磁気ヘッドは記録用の磁気誘導型ヘッドと再生用磁気誘導型ヘッドとを貼り合わせたチップをそのまま使用する。一方、図2および図3に模式的に示すようにMRヘッド20は、記録用の磁気誘導型の記録ヘッド21と複合した形でスライダ22に埋め込んで使用される。これらの図において、符号20aはMR素子、21a・21bは記録ヘッド21を構成する磁気素子、21cは書き込みギャップ、23はシールド材を示す。また、MRヘッド20はスライダ面22aより 25nm 程度引っ込んだ状態で埋め込まれている。すなわち、従来のヘッドは非常に小さいチップからなり、ナイフエッジが磁気テープに食い込むような形態で走行するのに対して、図2および図3に示したようなMRヘッド20は大きなスライダ22に引っ込んだ状態で埋め込まれているので、スライダ22に対して磁気テープ30が接触しながら走行する。また、磁気テープ30がMRヘッド20の方に膨らむようにして磁気テープ30とMRヘッド20とがコンタクトする。このようにコンタクト形態が従来とは大幅に異なっているので、一口にスペーシングロスの低減といっても、磁気テープに要求される特性は全く異なっている。さらに、MRヘッド20はMR素子20aが非常に薄い薄膜から構成されるので、摩擦し易いという問題点もある。なお、図2および図3に示したごとく、磁気テープ30がフォワード方向およびバック方向のいずれの方向に走行しても記録・再生できるように、MRヘッド20および記録ヘッド21は通常は対で設けられ、また複数のトラックを同時に読み書きできるように図2の左右方向に複数設けられる。

【0008】加えて、MRヘッドはトラック幅が非常に狭いので、MRヘッドのトラッキングサーボのために、サーボ信号が設けられる。このサーボ信号には、磁気記録層に磁気サーボ信号を記録する方式やバックコート層にサーボビットを形成する方式が採用されている。

【0009】テープの送り速度やテープとヘッド間の相対速度の高速化に対応するためには、サーボ信号をトレースしながら高速走行する必要があるが、スライダ材料（例えば、アルミナ／チタニア／カーバイド）やガイドローラ材料に対する磁性層やバックコート層との摩擦係数の最適化が不十分であると、磁気テープが蛇行してトラッキングずれ（オフトラック）が起こり、PW50が広くなったり出力が低下したりして、エラーレートが高くなるという問題がある。

【0010】本発明の目的は、主として、MRヘッドに対応した磁気テープのスペーシングロスの低減と、磁気テープの蛇行によるオフトラックの低減によるエラーレートの向上を図ることにある。また、本発明の他の目的は、この種の磁気テープを得るのに適した磁気記録媒体の処理方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の目的を達成するため、鋭意検討した結果、磁気テープの最大凸量（ P_1 ）と凹凸の平均値（ P_0 ）との差（ $P_1 - P_0$ ）を特定の値以下、最大凸量（ P_1 ）と第20番目の凸量（ P_{20} ）との差（ $P_1 - P_{20}$ ）を特定の値以下、かつESCA（電子分光法、詳しくは後述する。）観察で得られる窒素と鉄の原子比（ N/Fe ）を特定の値以下にすることで、（1）スペーシングロスや磁気テープの蛇行によるオフトラックが低減され、また、（2）スライダ材料（例えば、アルミナ／チタニア／カーバイド）やガイドローラ等との摩擦係数が特定の値に制御され、その結果エラーレートが向上することを見出した。このオフトラック低減によるエラーレートの向上効果は、トラック幅を5 μm 以下とした場合に特に大きい。また、磁性層に特定の処理（後述のLRT処理）を施すことにより、磁気記録媒体の表面形態が上記のように制御されると共に、摩擦係数増大の原因になる磁気記録媒体表面の未反応架橋剤が除去されることを見出した。なお、このLRT処理は、上記の二層磁気テープの他、単層磁気記録媒体、磁気ディスクにも適用できる。

【0012】本発明は、以上の知見をもとにして、完成されたものである。すなわち、非磁性支持体上の一面に、少なくとも一層の下塗層と、磁性層とがこの順に形成され、反対面にバックコート層を有する磁気記録媒体において、磁性層の厚さが0.30 μm 以下、中心線平均表面粗さRaが3.2nm以下で、磁性層の凹凸の中心値を P_0 、磁性層の最大の凸量を P_1 、第20番目の凸量を P_{20} とした時の（ $P_1 - P_0$ ）が30nm以下、（ $P_1 - P_{20}$ ）が5nm以下で、かつESCA観察で得られる窒素と鉄の原子比（ N/Fe ）が0.25以下である磁気記録媒体（請求項1）と、磁気抵抗効果型素子を利用した再生ヘッドによって磁気記録信号が再生される磁気記録媒体（請求項2）と、磁気記録媒体の処理方法であって、磁気記録媒体の磁性層を研磨テープ（ラッピング

テープ）で研磨する工程と、その後に回転ドラムで磁気記録媒体の磁性層を平滑化する工程と、その後に磁気記録媒体の磁性層または磁性層およびバックコート層の汚れを拭き取る工程とを含む磁気記録媒体の処理方法（請求項3）とに係るものである。

【0013】

【発明の実施の形態】非磁性支持体上の少なくとも一面に、少なくとも一層の下塗層と、磁性層とがこの順に形成された磁気記録媒体において、磁性層の厚さを0.3 μm 以下とした磁気記録媒体は、磁性層が極めて薄く厚み損失が小さいので磁気ヘッド走行方向の記録密度が高い。磁性層の厚さは、0.01~0.3 μm が好ましく、0.01~0.25 μm がより好ましく、0.01~0.2 μm がさらに好ましく、0.01~0.15 μm がいっそう好ましい。この範囲がより好ましいのは、0.01 μm 未満では均一な磁性層が得にくく、0.3 μm を越えると厚さ損失により、再生出力が小さくなるためである。

【0014】磁性層の中心線平均面粗さ（Ra）は3.2nm以下が好ましく、0.5~3.2nmがより好ましく、0.7~2.9nmがさらに好ましく、0.7~2.5nmがいっそう好ましい。この範囲が好ましいのは、磁性層のRaが0.5nm未満では磁気テープの走行が不安定になり、Raが3.2nmを越えると、スペーシングロスにより、PW50が広くなったり出力が低下したりして、エラーレートが高くなるためである。

【0015】磁性層の凹凸の中心値を P_0 、磁性層の最大の凸量を P_1 とした時の（ $P_1 - P_0$ ）は、30nm以下が好ましく、5~30nmがより好ましく、5~25nmがさらに好ましく、5~20nmがいっそう好ましい。この範囲が好ましいのは、磁性層の（ $P_1 - P_0$ ）が5nm未満では磁気テープの走行が不安定になる場合があり、（ $P_1 - P_0$ ）が30nmを越えると、スペーシングロスにより、PW50が広くなったり出力が低下したりして、エラーレートが高くなるためである。また、（ $P_1 - P_0$ ）を30nm以下にすると、MRヘッドとの衝突によるサーマルアスペリティの低減にも有効である。さらに、上記の条件を満たすと共に、磁性層の最大の凸量を P_1 、順次第2番目、第3番目、第4番目、第5番目、・・・、第19番目、第20番目の凸量を P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 、・・・、 P_{19} 、 P_{20} とした時の（ $P_1 - P_{20}$ ）が5nm以下であることが好ましい。（ $P_1 - P_{20}$ ）は1.8nm以下がより好ましく、1.5nm以下がさらに好ましく、1.0nm以下が特に好ましい。この範囲が好ましいのは、（ $P_1 - P_{20}$ ）を5nm以下にすると、スライダ（アルミナ／チタニア／カーバイド）から約25nm引っ込んで埋め込まれたMRヘッドと磁気テープが均一に当たるのでコンタクトが良くなり、PW50の低減と出力の向上によって、エラーレートが低くなるためである。このような効果は、（ $P_1 - P_{20}$ ）を1.8nm以下に設定したときに特に顕著で

ある。また、このような均一な突起があると、摩擦係数が低くなると共に、MRスライダ（AlTiC；アルミナ／チタニア／カーバイド）との引っ掛かりが低減され、スムーズな走行性が得られるという副次的な効果もある。なお、最大の凸量と第20番目の凸量の差が重要な理由は、MRヘッドがスライダ面から約25nm引っ込んだ形態で埋め込まれていることと関係があると考えられるが、明確な理由は不明である。現在のところは、実験事実を述べるに留める。

【0016】さらに、上記の磁気テープの磁性層表面の形態に加えて、未反応の架橋剤が磁性層表面に存在しないことが重要である。すなわち、未反応の架橋剤が磁性層表面に存在すると、記録・再生を繰り返すうちに、この未反応物が、スライダ面やスライダに埋め込まれた状態の記録ヘッドやMRヘッドに溜まり、スペーシングロスや摩擦係数の増大によるオフトラックが起り、その結果、エラーレートが増大し、極端な場合は磁気テープが走行しなくなるというトラブルが発生する。このような未反応の架橋剤は、液状に磁性層表面を覆っており窒素（N）を含有しているので、ESCA観察によって鉄磁性粉のFeとの原子比（N/Fe）を調べることで検出できる。窒素と鉄の原子比（N/Fe）は0.25以下が好ましく、0.05～0.25より好ましく、0.05～0.23がさらに好ましく、0.05～0.20がいっそう好ましい。0.25以下が好ましいのは、N/Feが0.25を越えると、記録・再生を繰り返すにつれて、この未反応物が、スライダ面やスライダ埋め込まれた状態の記録ヘッドやMRヘッドに溜まり、スペーシングロスや摩擦係数の増大によるオフトラックが起り、その結果、エラーレートが増大するためである。なお、架橋に寄与している架橋剤とバインダのポリウレタンも磁性層表面に存在し、その量は、N/Feで約0.05である。

【0017】このような磁気テープは、磁性層に施すラッピング／ロータリ／ティッシュ処理（LRT処理）の処理条件をコントロールすることによって得られる。なお、類似の技術にLBT処理（ラッピング／ブレード／ティッシュ処理、後述）があるが、このLBT処理では、ブレードが固定しており、しかもナイフエッジ形状をしているので、磁気テープとの相対速度が小さく（磁気テープ送り速度が磁気テープとの相対速度になる）、しかも磁気テープとブレードとの接触面積が小さいので、本願発明で述べるLRT処理のような効果は得られない。

【0018】LRT処理（ラッピング／ロータリ／ティッシュ処理）の概略を図1を用いて説明する。

【0019】＜LRT（ラッピング／ロータリ／ティッシュ処理）＞LRT処理の概略を図1を用いて説明する。図1中の符号1は磁気テープ30用の送り出しロール、2は送りロール、3は研磨テープ（ラッピングテープ）、4は研磨テープ用のブロック、5は研磨テープ用

の回転ロール、6はロータリホイール、7は磁気テープ30のバックコート層31b側に対する不織布面当て用の回転棒、8は磁性層31a側に対する不織布面当て用の回転棒、9は不織布（ティッシュ）、10は不織布用の回転ロール、11はフィードローラ、12は巻き取りロールを示す。

（1）ラッピング処理：図1に示すように研磨テープ（ラッピングテープ）3は、回転ロール5によって磁気テープ30の送り方向（テープ送り速度は、標準：400m/min）と反対方向に一定の速さ（標準：14.4cm/min）で移動し、図中の下部側からガイドブロック4によって押さえられることによって磁気テープ30の磁性層30a側と接触し、この時の磁気テープ巻き出しテンションおよび研磨テープ3のテンションを一定（標準：各100g、250g）として研磨処理を行う。この工程で使用する研磨テープ（ラッピングテープ）3は、例えば、M20000番、WA10000番あるいはK10000番のような研磨砥粒の細かいラッピングテープである。なお、研磨ホイール（ラッピングホイール）を研磨テープ（ラッピングテープ）3の代りにまたは併用して使用することを排除するものではないが、頻繁に交換を要する場合は、研磨テープ（ラッピングテープ）3のみを使用する。

【0020】（2）ロータリ処理：図1に示す空気抜き用溝付ロータリホイール〔標準：幅1吋（25.4mm）、直径60mmφ、空気抜き用溝2mm幅、溝角度45度、協和精工社製〕6を、磁気テープ30の走行方向（図中に矢印で示す）と反対方向に一定の回転速度（通常：200～3000rpm、標準：1100rpm）で回転させつつ、磁気テープ30の磁性層30aに対して一定の接触角度（標準：90度）で接触させることにより、磁性層30aの表面処理を行う。ロータリホイール（本発明方法における回転ドラムを構成する）の材質は、通常アルミニウム金属（Al）およびSUS鋼であるが、これら以外にMRヘッド用のスライダ材料（例えば、アルミナ／チタニア／カーバイド）等を使用する。ホイールの材質の表面粗さは、0.02μm以下が好ましく、0.015μm以下がより好ましく、0.01μm以下がさらに好ましい。0.02μm以下が好ましいのは、0.02μmを越えると、（P₁－P₀）や（P₁－P₂₀）が大きくなるためである。ロータリホイールの材質の表面粗さが小さくなるほど（P₁－P₀）や（P₁－P₂₀）も小さくなるが、0.001μmのものはロータリホイールの加工費が高くなる。この工程により、（P₁－P₀）や（P₁－P₂₀）が小さくなると共に、未反応の架橋剤が磁性層から絞りがされて次のティッシュ処理工程で除去される。また、ロータリホイールと磁気テープの摩擦熱やロータリホイール材料の触媒作用により、未反応の架橋剤の架橋が促進されると推定される。また、このロータリ工程では、未反応の架橋剤が一旦ホイール材料に転

写されて次のティッシュ工程で除去され、ブレードに未反応の架橋剤等がいつまでもたまらないので、未反応の架橋剤の除去効率が高い。

【0021】(3) ティッシュ処理：ティッシュ（不織布、例えば東レ社製のトレシー）を、磁気テープの30の送り方向と反対方向に一定の速度（標準：14.0mm/min）で送り、回転棒7・8でそれぞれ磁気テープ30のバックコート層31bおよび磁気層31aの表面に押し当ててクリーニング処理を行う。この工程により、スリット工程、ラッピング処理工程、ロータリー工程等で発生した研磨屑や未反応の架橋剤が除去される。このティッシュ処理工程は、可能な限りロータリー工程に近いところで行うことが好ましい。その理由は、ロータリー工程で絞りだされた未反応の架橋剤が再び磁性層に染み込まないうちに未反応の架橋剤を拭き取れるからである。

【0022】さらに、スライダに埋め込まれたMRヘッドを使用する磁気テープでは、 $[(P_1 - P_0) / R_a]$ は12以下が好ましく、10以下がさらに好ましく、8以下がさらに好ましく、6以下がもっと好ましい。 $[(P_1 - P_0) / R_a]$ に関して12以下が好ましいのは、MR素子の磨耗した場合にも、MRヘッドと磁気テープが均一に当たり、PW50が狭く出力が高く維持されてエラーレートがさらに低くなるためである。

【0023】磁性層とスライダ材料（例えば、アルミナ／チタニア／カーバイド）との動摩擦係数を μ_{msl} 、磁性層とSUS（SUS304、以下単にSUSという）との動摩擦係数を μ_{msus} 、該バックコート層とSUSとの動摩擦係数を μ_{bsus} 、とした時の $[(\mu_{msl}) / (\mu_{msus})]$ を0.7～1.3とし、かつ $[(\mu_{msl}) / (\mu_{bsus})]$ を0.8～1.5、とすると、磁気テープの蛇行によるオフトラックが低減され、さらにエラーレートの向上する。この効果は、トラック幅が15 μ m以下の場合に特に大きい。 $[(\mu_{msl}) / (\mu_{msus})]$ が0.85～1.15で、かつ $[(\mu_{msl}) / (\mu_{bsus})]$ が1.0～1.3、であればより好ましく、 $[(\mu_{msl}) / (\mu_{bsus})]$ が0.9～1.1で、かつ $[(\mu_{msl}) / (\mu_{bsus})]$ が1.0～1.3、であればさらに好ましい。このような磁気テープは、(1) 磁性層中の架橋剤量を減少させる、(2) バックコート層に粒径200～400nmの大粒径カーボンブラックと、5nm～100nmの小粒径カーボンブラックを含有させるとともに、(3) 上記のLRT処理を磁性層に施すことにより得られる。

【0024】磁性層の保磁力は、120～320kA/mが好ましく、140～320kA/mがより好ましく、160～320kA/mがさらに好ましい。この範囲が好ましいのは、120kA/m未満では記録波長を短くすると反磁界減磁で出力低下が起こり、320kA/mを越えると磁気ヘッドによる記録が困難になるためである。

【0025】磁性層における長手方向の残留磁束密度

(Br) と厚さ (δ) との積 ($Br\delta$) は0.0018 μ Tm～0.06 μ Tmが好ましく、0.0036～0.050 μ Tmがより好ましく、0.004～0.045 μ Tmがさらに好ましく、0.004～0.040 μ Tmがもっと好ましい。この範囲が好ましいのは、0.0018 μ Tm未満では、MRヘッドによる再生出力が小さく、0.06 μ Tmを越えるとMRヘッドによる再生出力が歪みやすいからである。このような磁性層からなる磁気記録媒体は、記録波長を短くでき、しかも、MRヘッドで再生した時の再生出力を大きくでき、さらには再生出力の歪を低減できて出力対ノイズ比を大きくできるので好ましい。

【0026】下塗層の厚さは、0.3～3.0 μ mが好ましく、0.5～2.5 μ mがより好ましく、0.5～2.0 μ mがさらに好ましく、0.5～1.5 μ mがもっと好ましい。この範囲が好ましいのは、0.3 μ m未満では磁気記録媒体の耐久性が悪くなる場合があり、3.0 μ mを越えると磁気記録媒体の耐久性向上効果が飽和するばかりでなく、磁気テープの場合は全厚が厚くなって、1巻当りのテープ長さが短くなり、記憶容量が小さくなるためである。

【0027】バックコート層の厚さは、0.2～0.8 μ mが好ましい。この範囲が好ましいのは、0.2 μ m未満では磁気記録媒体の走行性が悪くなり、0.8 μ mを越えると磁気記録媒体の全厚が厚くなって、1巻当りのテープ長さが短くなり、記憶容量が小さくなるためである。バックコート層の中心線平均表面粗さ (R_a) は2～15nmが好ましく、3～15nmがより好ましい。この範囲が好ましいのは、 R_a が2nm未満では磁気テープの走行が不安定になり、 R_a が15nm以上になると、裏写により、磁性層の表面粗さが大きくなって、スペーシングロスが大きくなるためである。このようなバックコート層は、5nm～100nmの小粒径カーボンブラックと粒径200～400nmの大粒径カーボンブラックとを、小粒径カーボンブラックと大粒径カーボンブラック合計の添加量が無機粉体重量を基準にして60～98重量%となるように含有し、粒子径が0.1 μ m～0.6 μ mの酸化鉄を、無機粉体重量を基準にして2～40重量%含有させ、カレンダ処理を行うことによって得られる。なお、大粒径カーボンブラックの添加量は、通常、小粒径カーボンブラックの5～15重量%である。

【0028】以下に、各構成要素毎の好ましい形態を述べる。

<非磁性支持体>非磁性支持体の厚さは、7.0 μ m以下が好ましく、2.0～7.0 μ mがより好ましく、2～6.5 μ mがさらに好ましく、2.5～6.0 μ mがもっと好ましい。この範囲の厚さの非磁性支持体が好ましいのは、2 μ m未満では製膜が難しく、またテープ強度が小さくなり、7.0 μ mを越えるとテープ全厚が厚くなり、テープ1巻当りの記憶容量が小さくなるためである。

【0029】非磁性支持体の長手方向のヤング率は、非磁性支持体の厚さによって異なるが、通常5.07 GPa (500 kg/mm²) 以上のものが使用される。このヤング率は6.08 GPa (600 kg/mm²) 以上が好ましく、7.09 GPa (700 kg/mm²) 以上が好ましい。また、非磁性支持体の厚さが、5.0 μm以下の場合、10.13 GPa (1000 kg/mm²) 以上のヤング率のものが好ましく使用される。この範囲のヤング率の非磁性支持体が好ましいのは、10.13 GPa (1000 kg/mm²) 未満では、磁気テープの強度が弱くなったり、磁気テープの走行が不安定になるためである。

【0030】長手方向のヤング率をMD、幅方向のヤング率をTDとした時の比(MD/TD)が0.6~1.8である非磁性支持体を用いると、MRヘッドとの当たりが良くなるので好ましい。MD/TDの好ましい範囲は、ヘリカルスキャンタイプとリニアレコーディングタイプとで異なっており、ヘリカルスキャンタイプで好ましいMD/TDの範囲は、0.6~1.2で、0.6~1.0がより好ましく、0.60~0.80がさらに好ましい。この範囲が好ましいのは、メカニズムは現在のところ不明であるが、磁気ヘッドのトラックの入り側から出側間の出力のばらつき(フラットネス)が大きくなるためである。リニアレコーディングタイプでは、1.0~1.8が好ましく、1.1~1.7がより好ましく、1.2~1.6がさらに好ましい。この範囲が好ましいのは、ヘッドタッチが良くなるためである。このような非磁性支持体には、ポリエチレンナフタレートフィルム、芳香族ポリアミドフィルム、芳香族ポリイミドフィルム等がある。

【0031】<下塗層>下塗層の厚さは、0.3~3.0 μmが好ましく、0.5~2.5 μmがより好ましく、0.5~2.0 μmがさらに好ましく、0.5~1.5 μmがもっとも好ましい。この範囲が好ましいのは、0.3 μm未満では磁気記録媒体の耐久性が悪くなる場合があり、3.0 μmを越えると磁気記録媒体の耐久性向上効果が飽和するばかりでなく、磁気テープの場合は全厚が厚くなって、1巻当りのテープ長さが短くなり、記憶容量が小さくなるためである。

【0032】下塗層には、導電性改良の目的でカーボンブラック、塗料粘度やテープ剛性の制御を目的に非磁性粒子を添加する。下塗層に使用する非磁性粒子としては、酸化チタン、酸化鉄、アルミナ等があるが、酸化鉄単独または酸化鉄とアルミナの混合系が使用される。下塗層に、下塗層中の全無機粉体の重量を基準にして、粒径10~100 nmのカーボンブラックを15~35重量%、長軸長0.05~0.20 μm、短軸長5~200 nmの非磁性の酸化鉄を35~83重量%、必要に応じて粒径10~100 nmのアルミナを0~20重量%含有させると、ウェット・オン・ウェットで、その上に形成した磁性層の表面粗さが小さくなるので好ましい。なお、非磁性酸化鉄は通常針状であるが、粒状または無定

形の非磁性酸化鉄を使用する場合には粒径5~200 nmの酸化鉄が好ましい。なお、表面の平滑性を損なわない範囲で100 nm以上の大粒径カーボンブラックを添加することを排除するものではない。その場合のカーボンブラック量は、小粒径カーボンブラック量と大粒径カーボンブラック量の和を上記範囲内にすることが好ましい。大粒径カーボンブラック量は通常、全カーボンブラック量の20重量%である。

【0033】下塗層に添加するカーボンブラック(以下、CBともいう)としては、アセチレンブラック、ファーネスブラック、サーマルブラック等を使用できる。通常、粒径が5 nm~100 nmのものが使用されるが、粒径10~100 nmのものが好ましい。この範囲が好ましいのは、カーボンブラックがストラクチャーを持っているため、粒径が10 nm以下になるとCBの分散が難しく、100 nm以上では平滑性が悪くなるためである。CB添加量は、CBの粒子径によって異なるが、15~35重量%が好ましい。この範囲が好ましいのは、15重量%未満では導電性向上効果が乏しく、35重量%を越えると効果が飽和するためである。粒径15 nm~80 nmのCBを15~35重量%使用するのがより好ましく、粒径20 nm~50 nmのCBを20~30重量%用いるのがさらに好ましい。このような粒径・量のカーボンブラックを添加することにより電気抵抗が低減され、かつ走行むらが小さくなる。

【0034】下塗層に添加する非磁性の酸化鉄としては、針状の場合、長軸長0.05~0.20 μm、短軸長(粒径)5~200 nmのものが好ましく、粒状または無定形のものでは、粒径5~200 nmが好ましい。粒径0.05~150 nmがより好ましく、粒径0.05~100 nmがさらに好ましい。なお、針状のものが磁性層の配向がよくなるのでより好ましい。添加量は、35~83重量%が好ましく、40~80重量%がより好ましく、50~75重量%がさらに好ましい。この範囲の粒径(針状の場合は短軸長)が好ましいのは、粒径5 nm未満では均一分散が難しく、200 nmを越えると下塗層と磁性層の界面の凹凸が増加するためである。この範囲の添加量が好ましいのは、35重量%未満では塗膜強度向上効果が小さく、83重量%を越えると却って塗膜強度が低下するためである。

【0035】下塗層には酸化鉄に加えてアルミナを添加してもよい。アルミナの粒径は、10~100 nmが好ましく、20~100 nmがより好ましく、30~100 nmがさらに好ましい。この範囲の粒径が好ましいのは、粒径10 nm未満では均一分散が難しく、100 nmを越えると下塗層と磁性層の界面の凹凸が増加するためである。アルミナの添加量は、通常0~20重量%であるが、2~10重量%がより好ましく、4~8重量%がさらに好ましい。

【0036】<潤滑剤>下塗層と磁性層からなる塗布層

に、役割の異なる潤滑剤を使用する。下塗層には全粉体に対して0.5~4.0重量%の高級脂肪酸を含有させ、0.2~3.0重量%の高級脂肪酸のエステルを含有させると、磁気テープと走行系のヘッドおよびガイドローラ等との摩擦係数が小さくなるので好ましい。この範囲の高級脂肪酸添加が好ましいのは、0.5重量%未満では、摩擦係数低減効果が小さく、4.0重量%を越えると下塗層が可塑化してしまい強靱性が失われる。また、この範囲の高級脂肪酸のエステル添加が好ましいのは、0.5重量%未満では、摩擦係数低減効果が小さく、3.0重量%を越えると磁性層への移入量が多すぎるため、磁気テープと走行系のヘッドおよびガイドローラ等が貼り付く等の副作用があるためである。

【0037】磁性層に、強磁性粉末に対して0.2~3.0重量%の高級脂肪酸のエステルを含有させると、磁気テープと走行系のヘッドおよびガイドローラやMRヘッドのスライダ等との摩擦係数が小さくなるので好ましい。この範囲の高級脂肪酸のエステル添加が好ましいのは、0.2重量%未満では摩擦係数低減効果が小さく、3.0重量%を越えると磁気テープと走行系のヘッドおよびガイドローラ等が貼り付く等の副作用があるためである。また必要に応じて、強磁性粉末に対して3.0重量%以下の脂肪酸アミドを含有させると、ヘッドスライダ/磁性層の摩擦係数が小さくなるので好ましい。3.0重量%以下の脂肪酸アミド添加が好ましいのは、3.0重量%を越えるとブリードアウトしてしまいドロップアウトなどの欠陥が発生するためである。脂肪酸アミドとしてはパルミチン酸、ステアリン酸等のアミドが使用可能である。なお、磁性層の潤滑剤と下塗層の潤滑剤との相互移動を排除するものではない。MRヘッドのスライダとの摩擦係数は0.30以下が好ましく、0.25以下がより好ましい。この範囲が好ましいのは、0.30を越えると、スライダ汚れによるスペーシングロスが起こりやすいためである。なお、0.10未満は実現が困難である。SUSとの摩擦係数は0.10~0.25が好ましく、0.12~0.20がより好ましい。この範囲が好ましいのは、0.10未満になるとヘッドおよびガイドローラ部分で滑りやすく走行が不安定になり、0.25を越えるとヘッドおよびガイドローラが汚れやすくなるためである。また、 $[(\mu_{msl})/(\mu_{msus})]$ は0.7~1.3が好ましく、0.8~1.2がより好ましい。この範囲が好ましいのは、磁気テープの蛇行によるトラッキングずれ(オフトラック)が小さくなるためである。

【0038】<磁性層>磁性層の厚さは上述のように、通常0.3 μ m以下で、0.01~0.3 μ mが好ましく、0.01~0.25 μ mがより好ましく、0.01~0.2 μ mがさらに好ましく、0.01~0.15 μ mがいつそう好ましい。この範囲がより好ましいのは、0.01 μ m未満では均一な磁性層が得にくく、0.3 μ mを越えると厚さ損失により、再生出力が小さくなったり、磁性像の残留磁束

密度と厚さとの積($B_r \delta$)が大きくなり過ぎて、MRヘッドの飽和による再生出力の歪が起こりやすくなるためである。

【0039】磁性層の保磁力は、120~320kA/mが好ましく、140~320kA/mがより好ましく、160~320kA/mがさらに好ましい。この範囲が好ましいのは、120kA/m未満では記録波長を短くすると反磁界減磁で出力低下が起こり、320kA/mを越えると磁気ヘッドによる記録が困難になるためである。長手方向の残留磁束密度と厚さの積は0.0018 μ Tm~0.06 μ Tmが好ましく、0.0036~0.050 μ Tmがより好ましく、0.004~0.045 μ Tmがさらに好ましく、0.004~0.040 μ Tmがいつそう好ましい。この範囲が好ましいのは、0.0018 μ Tm未満では、MRヘッドによる再生出力が小さく、0.06 μ Tmを越えるとMRヘッドによる再生出力が歪みやすいためである。

【0040】磁性層に添加する磁性粉には、強磁性鉄系金属粉末、六方晶バリウムフェライト粉末が使用される。強磁性鉄系金属粉末、六方晶バリウムフェライト粉末の保磁力は、120~320kA/mが好ましく、飽和磁化量は、強磁性鉄系金属粉末では、120~200A \cdot m²/kg(120~200emu/g)が好ましく、130~180A \cdot m²/kg(130~180emu/g)がより好ましい。六方晶バリウムフェライト粉末では、50~70A \cdot m²/kg(50~70emu/g)が好ましい。なお、この磁性層の磁気特性と、強磁性粉末の磁気特性は、いずれも試料振動形磁束計で外部磁場1.28MA/m(16kOe)での測定値をいうものである。

【0041】また、本発明の磁気記録媒体に使用する強磁性鉄系金属粉末の平均長軸長としては、0.03~0.2 μ mが好ましく、0.03~0.18 μ mがより好ましく、0.04~0.15 μ mがさらに好ましい。この範囲が好ましいのは、平均長軸長が0.03 μ m未満となると、磁性粉の凝集力が增大するため塗料中への分散が困難になり、0.2 μ mより大きいと、保磁力が低下し、また粒子の大きさに基づく粒子ノイズが大きくなるからである。また、六方晶バリウムフェライト粉末では、同様な理由により、板径5~200nmが好ましい。なお、上記の平均長軸長、粒径は、走査型電子顕微鏡(SEM)にて撮影した写真の粒子サイズを実測し、100個の平均値により求めたものである。この強磁性鉄系金属粉末のBET比表面積は、35m²/g以上が好ましく、40m²/g以上がより好ましく、50m²/g以上が最も好ましい。六方晶バリウムフェライト粉末のBET比表面積は、1~100m²/g以上が好ましく用いられる。

【0042】下塗層、磁性層に含有させる結合剤としては、塩化ビニル樹脂、塩化ビニル酢酸ビニル共重合樹脂、塩化ビニルビニルアルコール共重合樹脂、塩化ビ

ニル-酢酸ビニル-ビニルアルコール共重合樹脂、塩化ビニル-酢酸ビニル-無水マレイン酸共重合樹脂、塩化ビニル-水酸基含有アルキルアクリレート共重合樹脂、ニトロセルロースなどの中から選ばれる少なくとも1種とポリウレタン樹脂との組み合わせを用いることができる。中でも、塩化ビニル-水酸基含有アルキルアクリレート共重合樹脂とポリウレタン樹脂を併用するのが好ましい。ポリウレタン樹脂には、ポリエステルポリウレタン、ポリエーテルポリウレタン、ポリエーテルポリエステルポリウレタン、ポリカーボネートポリウレタン、ポリエステルポリカーボネートポリウレタンなどがある。

【0043】官能基として COOH 、 SO_3M 、 OSO_2M 、 P=O(OM)_3 、 O-P=O(OM)_2 [Mは水素原子、アルカリ金属塩基又はアミン塩]、 OH 、 N 、 R' 、 R'' 、 $\text{N}^+\text{R}'''$ 、 R'''' 、 R''''' [R'、R''、R'''、R''''、R'''''は水素または炭化水素基]、エポキシ基を有する高分子からなるウレタン樹脂等の結合剤が使用される。このような結合剤を使用するのは、上述のように磁性粉等の分散性が向上するためである。2種以上の樹脂を併用する場合には、官能基の極性を一致させるのが好ましく、中でも $-\text{SO}_3\text{M}$ 基どうしの組み合わせが好ましい。

【0044】これらの結合剤は、強磁性粉末100重量部に対して、7~50重量部、好ましくは10~35重量部の範囲で用いられる。特に、結合剤として、塩化ビニル系樹脂5~30重量部と、ポリウレタン樹脂2~20重量部とを、複合して用いるのが最も好ましい。

【0045】これらの結合剤とともに、結合剤中に含まれる官能基などと結合させて架橋する熱硬化性の架橋剤を併用するのが望ましい。この架橋剤としては、トリレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネートなどや、これらのイソシアネート類とトリメチロールプロパンなどの水酸基を複数個有するものとの反応生成物、上記イソシアネート類の縮合生成物などの各種のポリイソシアネートが好ましい。これらの架橋剤は、結合剤100重量部に対して、通常10~50重量部の割合で用いられる。より好ましくは10~35重量部である。なお、磁性層に使用する架橋剤の量を、下塗層に使用する量の1/2程度(30%~60%)にすれば、磁性層表面に存在する未反応の架橋剤が少なくなり、E S C A観察で得られる窒素と鉄の原子比(N/F e)を0.25以下にしやすく、MRヘッドのスライダに対する摩擦係数が小さくなるので好ましい。この範囲が好ましいのは、30%未満では、結合剤樹脂の架橋が不十分になり磁性層の塗膜強度が弱くなりやすく、60%を越えると磁性層表面に存在する未反応の架橋剤の量が多くなり、N/F eを小さくしてスライダに対する摩擦係数が小さくなるために、L R T処理条件を強くする必要があり、コストアップにつながるためである。

【0046】導電性向上と表面潤滑性向上を目的に従来公知のCBを添加する。これらのCBとしては、アセチレンブラック、ファーネスブラック、サーマルブラック等を使用できる。粒子径が5nm~100nmのものが使用されるが、粒径10nm~100nmのものが好ましい。この範囲が好ましいのは、粒径が5nm以下になるとCBの分散が難しく、100nm以上では多量のCBを添加することが必要になり、何れの場合も表面が粗くなり、出力低下の原因になるためである。添加量は強磁性粉末に対して0.2~5重量%が好ましく、0.5~4重量%がより好ましく、0.5~3.5重量%がさらに好ましく、0.5~3重量%がいっそう好ましい。この範囲が好ましいのは、0.2重量%未満では効果が小さく、5重量%を越えるCBを添加すると、磁性層表面が粗くなりやすいからである。

【0047】<バックコート層>走行性向上を目的に、厚さ0.2~0.8 μm の従来公知のバックコート層を使用できる。この範囲が良いのは、0.2 μm 未満では、走行性向上効果が不十分で、0.8 μm を越えるとテープ全厚が厚くなり、1巻当たりの記憶容量が小さくなるためである。バックコート層とSUSとの摩擦係数は0.10~0.30が好ましく、0.10~0.25がより好ましい。この範囲が好ましいのは、0.10未満になるとガイドローラ部分で滑りやすく走行が不安定になり、0.30を越えるとガイドローラが汚れやすくなるためである。また、 $[(\mu_{\text{MSL}})/(\mu_{\text{BSUS}})]$ は0.8~1.5が好ましく、0.9~1.4がより好ましい。この範囲が好ましいのは、磁気テープの蛇行によるトラッキングずれ(オフトラック)が小さくなるためである。

【0048】バックコート層のカーボンブラック(CB)としては、アセチレンブラック、ファーネスブラック、サーマルブラック、等を使用できる。通常、小粒径カーボンと大粒径カーボンを使用する。小粒径カーボンには、粒子径が5nm~200nmのものが使用されるが、粒径10nm~100nmのものがより好ましい。この範囲がより好ましいのは、粒径が10nm以下になるとCBの分散が難しく、粒径が100nm以上では多量のCBを添加することが必要になり、何れの場合も表面が粗くなり、磁性層への裏移り(エンボス)原因になるためである。大粒径カーボンとして、小粒径カーボンの5~15重量%、粒径300~400nmの大粒径カーボンを使用すると、表面も粗くならず、走行性向上効果も大きくなる。小粒径カーボンと大粒径カーボン合計の添加量は無機粉体重量を基準にして60~98重量%が好ましく、70~95重量%がより好ましい。バックコート層の中心線平均表面粗さRaは3~15nmが好ましく、4~10nmがより好ましい。

【0049】また、バックコート層には、強度向上を目的に、粒子径が0.1 μm ~0.6 μm の酸化鉄を添加するのが好ましく、0.2 μm ~0.5 μm がより好ましい。添

加量は無機粉体重量を基準にして2~40重量%が好ましく、5~30重量%がより好ましい。

【0050】本発明のテープを組み込んだカセットテープは、1巻当たりの容量が大きく、MR再生ヘッドを使用した場合の、PW50が小さく、再生出力が高いので、エラーレートが低く、ハードディスクドライブのバックアップ用テープとして、信頼性も高く、特に優れて*

*いる。

【0051】

【実施例】以下、実施例によって本発明を詳しく説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、実施例、比較例の部は重量部を示す。

【0052】

実施例1：

《下塗層用塗料成分》

(1)

酸化鉄粉末 (粒径: $0.11 \times 0.02 \mu\text{m}$)	68部
α -アルミナ (粒径: $0.07 \mu\text{m}$)	8部
カーボンブラック (粒径: 25 nm 、吸油量: 55 g/cc)	24部
ステアリン酸	2.0部
塩化ビニル共重合体	8.8部
(含有 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 基: 0.7×10^{-4} 当量/g)	
ポリエステルポリウレタン樹脂	4.4部
(Tg: 40°C 、含有 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 基: 1×10^{-4} 当量/g)	
シクロヘキサノン	25部
メチルエチルケトン	40部
トルエン	10部

(2)

ステアリン酸ブチル	1部
シクロヘキサノン	70部
メチルエチルケトン	50部
トルエン	20部

(3)

ポリイソシアネート	4.4部
シクロヘキサノン	10部
メチルエチルケトン	15部
トルエン	10部

【0053】

《磁性層用塗料成分》

(1)

強磁性鉄系金属粉 (Co/Fe: $20 \text{ at}\%$ 、Y/(Fe+Co): $3 \text{ at}\%$ 、Al/(Fe+Co): $5 \text{ wt}\%$ 、Ca/Fe: 0、 σ_s : $155 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}$ 、Hc: 149.6 kA/m 、pH: 9.4、長軸長: $0.10 \mu\text{m}$)

	100部
塩化ビニル-ヒドロキシプロピルアクリレート共重合体	12.3部
(含有 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 基: 0.7×10^{-4} 当量/g)	
ポリエステルポリウレタン樹脂	5.5部
(含有 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 基: 1.0×10^{-4} 当量/g)	
α -アルミナ (平均粒径: $0.12 \mu\text{m}$)	8部
α -アルミナ (平均粒径: $0.07 \mu\text{m}$)	2部
カーボンブラック	1.0部
(平均粒径: 75 nm 、DBP吸油量: 72 cc/100 g)	
メルアシッドホスフェート	2部
ステアリン酸n-ブチル	1.0部
テトラヒドロフラン	65部
メチルエチルケトン	245部

【0054】上記の下塗層用塗料成分において(1)をニーダで混練したのち、(2)を加えて攪拌の後サンドミルで滞留時間を60分として分散処理を行い、これに(3)を加え攪拌・濾過した後、下塗層用塗料とした。これとは別に、上記の磁性層用塗料成分(1)をニーダで混練したのち、サンドミルで滞留時間を45分として分散し、これに磁性層用塗料成分(2)を加え攪拌・濾過後、磁性塗料とした。上記の下塗層用塗料を、ポリエチレンナフタレートフィルム(厚さ6.2 μ m、MD=6.08GPa、MD/TD=1.3、帝人製)からなる支持体上に、乾燥、カレンダー後の厚さが1.8 μ mとなるよう*

《バックコート層用塗料成分》

カーボンブラック(粒径:25nm)
 カーボンブラック(粒径:370nm)
 酸化鉄(長軸長:0.4 μ m、軸比:約10)
 ニトロセルロース
 ポリウレタン樹脂(SO₃Na基含有)
 シクロヘキサノン
 トルエン
 メチルエチルケトン

【0056】上記バックコート層用塗料成分をサンドミルで滞留時間45分として分散した後、ポリイソシアネート15部を加えてバックコート層用塗料を調整し濾過した後、上記で作製した磁気シートの磁性層の反対面に、乾燥、カレンダー後の厚みが0.5 μ mとなるように塗布し、乾燥した。このようにして得られた磁気シートを金属ロールからなる7段カレンダーで、温度100℃、線圧150kg/cmの条件で鏡面化処理し、磁気シートをコアに巻いた状態で70℃で72時間エージングしたのち、1/2幅に裁断し、下記の条件でLRT処理を行った。このようにして得られた磁気テープをカートリッジに組み込み、コンピュータ用磁気テープを作製した。

【0057】<LRT(ラッピング/ロータリー/ティッシュ処理)>

(1)ラッピング処理:図1に示すように研磨テープ(ラッピングテープ)3を、回転ロール5によって磁気テープ30の送り方向(磁気テープ送り速度:標準で400m/min)と反対方向に14.4cm/minの速さで移動させ、図中の下部からガイドブロック4によって押さることによって磁気テープ30の磁性層30aの表面と接触させ、この時の磁気テープ巻き出しテンションを100g、研磨テープ3のテンションを250gとして研磨処理を行った。

(2)ロータリーホイール処理:第1図に示す幅1吋(25.4mm)、直径60mm ϕ で2mm幅の空気抜き用溝付アルミ製ロータリーホイール(溝角度45度、協和精工社製)

*に塗布し、この下塗層上に、さらに上記の磁性塗料を磁場配向処理、乾燥、カレンダー処理後の磁性層の厚さが0.15 μ mとなるようにウェット・オン・ウェットで塗布し、磁場配向処理後、ドライヤを用いて乾燥し、磁気シートを得た。なお、磁場配向処理は、ドライヤ前にN-N対抗磁石(5kG)を設置し、ドライヤ内で塗膜の指触乾燥位置の手前側75cmからN-N対抗磁石(5kG)を2基50cm間隔で設置して行った。塗布速度は100m/分とした。

【0055】

80部
 10部
 10部
 45部
 30部
 260部
 260部
 525部

6を磁気テープ30の送り方向と反対方向に回転(回転速度1100rpm)させて、磁性層30aに対して接触角度90度で接触させることにより、磁性層30aの表面処理を行った。

(3)ティッシュ処理:不織布(ここでは、東レ社製の不織布トレシー)9を、磁気テープ30の送り方向と反対方向に14.0mm/minの速度で送り、回転棒7・8で各々バックコート層30bおよび磁性層30aの表面と押し当てて、これらの表面に対するクリーニング処理を行った。

【0058】実施例2~11:一部条件を表1ないし表4の条件に変更したことを除き、実施例1と同様にしてコンピュータ用磁気テープをそれぞれ作製した。

【0059】比較例1:LRT処理を行わなかったことを除き、実施例1と同様にして比較例1のコンピュータ用磁気テープを作製した。

【0060】比較例2:LRT処理の代りに下記のLBT処理を行ったことを除き、実施例1と同様にして比較例2のコンピュータ用磁気テープを作製した。

【0061】<LBT処理>磁気テープを400m/分で走行させながら磁性層表面をラッピングテープ研磨、ブレード研磨そして表面拭き取りの後処理を行い、磁気テープを作製した。この時、ラッピングテープにはK10000、ブレードには超硬刃、表面拭き取りにはトレシーを用い、走行テンション30gで処理を行った。上記のようにして得られた磁気テープを、カートリッジに

組み込み、コンピュータ用テープを作製した。

【0062】比較例3および比較例4：LBT処理を10回（比較例3）および20回（比較例4）行ったことを除き、比較例2と同様にして比較例3および比較例4のコンピュータ用テープをそれぞれ作製した。

【0063】各磁気テープについての評価は、以下のように行った。

＜PW50、再生出力およびエラーレート等の測定＞PW50、再生出力およびエラーレート（ERT）の測定は、薄手テープも測定できるように改造したLTOドライブを用いて記録（記録波長 $0.55\mu\text{m}$ ）・再生することによって求めた。PW50は、比較例1テープのPW50を1とした時の値、再生出力は、比較例1テープを0dBとした時の値、出力劣化およびERT劣化はそれぞれの磁気テープの初期値を0dBとして記録再生を10回行った後の値である。

＜磁性層の表面粗さ、凹凸の中心値および凸量の評価＞ZYGOS社製汎用三次元表面構造解析装置NewView5000による走査型白色光干渉法にてScan Lengthを $5\mu\text{m}$ で測定した。測定視野は、 $350\mu\text{m} \times 260\mu\text{m}$ である。中心線平均表面粗さを R_a とし、磁性層の凹凸の中心値を P_0 、最大の凸量（第1番目の凸量）を P_1 、順次第2番目、第3番目、第4番目、第5番目、・・・、第19番目、第20番目の凸量を、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 、・・・、 P_{19} 、 P_{20} とした時の $(P_1 - P_0)$ と $(P_1 - P_{20})$ および $[(P_1 - P_0) / R_a]$ を求めた。

＜MRヘッドの突出量と、磨耗量の測定＞DI (Digital Instrument)社製の走査型プローブ顕微鏡(Nano Scope / Dimension-3100 Tapping mode AFM)で、 $80\mu\text{m} \times 80\mu\text{m}$ の視野を測定し、傾き、ノイズ等の補正をしたのち、断面プロファイルの解析を行い、MRヘッドの突出量、走行前後の磨耗量を測定した。

＜磁性層とスライダ材料およびSUSとの摩擦係数の測定＞

＜SUS＞外径5mmのSUSピン（SUS304）に磁気テープを角度 90° 、荷重0.64Nで掛け、磁気テープの同一箇所を送り速度 20mm/sec で繰り返し10回

摺動させた時の摩擦係数を測定した。

＜スライダ材料＞外径7mmのALTiCのピンに磁気テープを角度 90° 、荷重0.64Nで掛け、磁気テープの同一箇所を送り速度 20mm/sec で繰り返し10回摺動させた時の摩擦係数を測定した。

＜非磁性支持体のヤング率（MD、TD）の測定＞小型引っ張り試験機（横浜システム社製）を用い、 23°C 、50%RHの環境でもの歪み・引っ張り強度を測定した。試料の測定長さは10mm、引っ張り速度10%歪み/分で引っ張り、得られた強度の0.3%歪みの値をもとに、0.3%伸び弾性率を評価した。この評価は試料の長手方向と幅方向で行った。

＜ESCA測定＞表面の元素量の特定にはESCA分析法を用いることが好ましい。VG社製のXPS分析装置（ESCALABmarkII）を用い、X線源はMgK α 線、強度12kV-10mAの条件で測定した。測定は、塩素（2p）、窒素（1s）、鉄（2p）の順序でそれぞれの積算回数を5回、50回、20回に定め、光電子スペクトル強度を計測することにより行った。なお、テープから脂肪酸アミド（N含有）を除去するため、テープをヘキサン中に16時間保存した後、真空乾燥してから測定を行った。

【0064】以上の測定結果を表1ないし表5に示す。表中の略号の意味は、以下の通りである。

- ・ μ_{MSL} ：磁性層とスライダ材料との摩擦係数
- ・ μ_{MSUS} ：磁性層とSUSとの摩擦係数
- ・ μ_{BSUS} ：バックコート層とSUSとの摩擦係数
- ・ $Br\delta$ ：磁性層の残留磁束密度（Br）と厚さ（ δ ）との積
- ・Hc：磁性層の保磁力
- ・BC：バックコート層
- ・CB：カーボンブラック
- ・MD/TD：非磁性支持体の長手方向のヤング率（MD）と幅方向のヤング率（TD）との比
- ・磁性面表面粗度 R_a ：磁性層の中心線平均表面粗さ R_a

【0065】

【表1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
磁性層厚さ (μm) Brδ (μTm) Hc (kA/m)	0.15 0.045 157	0.15 0.045 157	0.10 0.030 157
磁性層 磁性粉末の長軸長 (μm) ルミノ 酸7ミド (重量部) スチレン 酸7ミド (重量部) スチレン 酸n-ブチル (重量部) ポリイソブチレン (重量部)	0.10 0 0 1.0 2.0	0.10 0 0 1.0 2.0	0.10 0 0 1.0 2.0
下塗層厚さ (μm)	1.8	1.8	1.1
非磁性支持体材料・厚さ (μm) T.D (GPa) MD/TD	PEN 6.2 6.08 1.3	PEN 6.2 6.08 1.3	75ミド 3.8 12.0 1.4
BC厚さ (μm) 小粒径CB (nm、重量部) 大粒径CB (nm、重量部)	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10
全厚 (μm)	8.65	8.65	5.8
磁気テープ容量 (GB)	~200	~200	~400
LRT処理条件 磁気テープ送り速度 (m/min) 研磨テープ移動速度 (cm/min) 磁気テープテンション (g) 研磨テープテンション (g) 研磨テープ材質、Ra (μm) 同直径(mm)、回転速度(rpm) ティッシュ送り速度 (mm/min) LRT処理回数 (回)	400 14.4 100 250 Al、0.01 60mm、2200 14.0 1	400 14.4 100 250 Al、0.015 60mm、2200 14.0 1	400 14.4 100 250 Al、0.01 60mm、1100 14.0 1
磁性面粗度 Ra (nm) ($P_1 - P_{10}$) (nm) ($P_1 - P_{10}$) (nm) μ_{max} { (μ_{max}) / (μ_{max}) } { (μ_{max}) / (μ_{max}) } { ($P_1 - P_{10}$) / Ra }	2.3 24.8 1.2 0.20 1.1 1.2 8.9	3.1 29.8 1.8 0.21 1.2 1.4 8.0	2.5 27.5 1.5 0.21 1.1 1.3 9.3
N/Fe (原子比)	0.2	0.25	0.23
Cl/Fe (原子比)	1.68	1.67	1.69
初回走行PW50 (相対値) 初回走行再生出力 (dB) 初回走行エラーレート(ERT) 10^{-7} オフトラック (%)	0.2 +3.0 0.08 0.06	0.8 2.5 0.2 0.12	0.75 2.7 0.1 0.09
100回走行後の再生出力 (dB) 100回走行後のERT 10^{-7}	+0.2 0.09	-0.2 0.8	+0.0 0.12
100回走行後のMRヘッド摩耗量 (nm)	5	13	13

【0066】

【表2】

	実施例4	実施例5	実施例6
磁性層厚さ (μm) Brδ (μTm) Hc (kA/m)	0.10 0.030 157	0.10 0.030 157	0.10 0.030 157
磁性層 磁性粉末の長軸長 (μm) BaFe ₂ Si ₂ 酸73F (重量部) Si ₃ N ₄ 酸73F (重量部) Si ₃ N ₄ 酸n-73F (重量部) Si ₃ N ₄ 酸73F (重量部)	0.10 0 0 1.0 2.0	0.10 0 0 2.0 2.0	0.10 1.6 0 1.0 2.0
下塗層厚さ (μm)	1.1	1.1	1.1
非磁性支持体材料・厚さ (μm) TD (GPa) MD/TD	73F 3.9 12.0 1.4	73F 3.9 12.0 1.4	73F 3.9 12.0 1.4
BC厚さ (μm) 小粒径CB (nm、重量部) 大粒径CB (nm、重量部)	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10
全厚 (μm)	5.6	5.6	5.6
磁気テープ容量 (GB)	~400	~400	~400
LRT処理条件 磁気テープ送り速度 (m/min) 研磨テープ移動速度 (cm/min) 磁気テープテンション (g) 研磨テープテンション (g) 研磨テープ材質、Ra (μm) 同直径(mm)、回転速度(rpm) ティッシュ送り速度 (mm/min) LRT処理回数 (回)	400 14.4 100 250 Al、0.005 60mm、1100 14.0 1	400 14.4 100 250 SUS、0.01 60mm、1100 14.0 1	400 14.4 100 250 AlTiC、0.01 60mm、1100 14.0 1
磁性面粗度 Ra (nm) (P ₁ -P ₂) (nm) (P ₁ -P ₁₀) (nm) μ _{max} {(μ _{max})/(μ _{max})} {(μ _{max})/(μ _{max})} {(P ₁ -P ₂)/Ra}	1.9 15.8 0.8 0.19 1.0 1.1 8.3	2.4 26.5 1.6 0.22 1.1 1.3 11.0	2.2 25.5 1.0 0.20 0.8 0.9 11.6
N/Fe (原子比)	0.15	0.24	0.21
Cl/Fe (原子比)	1.67	1.69	1.67
初回走行PW50 (相対値) 初回走行再生出力 (dB) 初回走行エラーレート(ERT) 10 ⁻⁴ オフトラック (%)	0.65 3.4 0.05 0.04	0.75 2.6 0.10 0.10	0.65 2.9 0.10 0.08
100回走行後の再生出力 (dB) 100回走行後のERT 10 ⁻⁴	+0.4 0.04	-0.0 0.14	+0.1 0.11
100回走行後のERヘッド摩耗量 (nm)	3	11	10

【0067】

【表3】

	実施例 7	実施例 8	実施例 9
磁性層厚さ (μm) Brδ (μTm) Hc (kA/m)	0.10 0.030 157	0.10 0.030 157	0.10 0.030 157
磁性層 磁性粉末の長軸長 (μm) ルミノ 酸YMF (重量部) ステアリン 酸YMF (重量部) ステアリン 酸n-ブチル (重量部) ポリイソブチレン (重量部)	0.10 0 0 1.0 2.0	0.10 0 0 2.0 2.0	0.10 1.5 0 1.0 2.0
下塗層厚さ (μm)	1.1	1.1	1.1
非磁性支持体材料・厚さ (μm) T.D. (GPa) MD/TD	77MF 3.9 12.0 1.4	77MF 3.9 12.0 1.4	77MF 3.9 12.0 1.4
BC厚さ (μm) 小粒径CB (nm、重量部) 大粒径CB (nm、重量部)	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10
全厚 (μm)	5.6	5.6	5.6
磁気テープ容量 (GB)	~400	~400	~400
LRT処理条件 磁気テープ送り速度 (m/min) 研磨テープ移動速度 (cm/min) 磁気テープテンション (g) 研磨テープテンション (g) 研磨材料材質、Ra (μm) 同直径(mm)、回転速度(rpm) ティッシュ送り速度 (mm/min) LRT処理回数 (回)	400 14.4 100 250 Al、0.005 120mm、2200 14.0 1	400 14.4 100 250 SUS、0.005 120mm、2200 14.0 1	400 14.4 100 250 AlTiC 0.005 120mm、2200 14.0 1
磁性面粗度 Ra (nm) ($P_1 - P_{10}$) (nm) ($P_1 - P_{10}$) (nm) μ_{max} { (μ_{max}) / (μ_{max}) } { (μ_{max}) / (μ_{max}) } { ($P_1 - P_{10}$) / Ra }	1.4 11.3 0.6 0.19 1.0 1.1 8.0	1.5 12.1 0.7 0.19 1.2 1.3 12.1	1.2 9.9 0.5 0.20 0.8 0.9 8.3
N/Fe (原子比)	0.12	0.14	0.10
Cl/Fe (原子比)	1.69	1.68	1.66
初回走行PW50 (相対値) 初回走行再生出力 (dB) 初回走行エラーレート(ERT) 10^{-1} オフトラック (%)	0.60 3.9 0.02 0.04	0.82 3.7 0.03 0.05	0.55 4.0 0.01以下 0.02
100回走行後の再生出力 (dB) 100回走行後のERT 10^{-1}	+0.6 0.02	+0.5 0.03	+1.0 0.01以下
100回走行後のMEヘッド摩耗量 (nm)	2	3	1

【0068】

【表4】

	実施例 10	実施例 11
磁性層厚さ (μm)	0.10	0.15
B_r (μTm)	0.030	0.045
H_c (kA/m)	157	157
磁性層		
磁性粉末の長軸長 (μm)	0.10	0.10
ルミノ酸7MF (重量部)	1.5	0
スチリル酸7MF (重量部)	0	0
スチリル酸n-7MF (重量部)	1.0	1.0
ポリイソブチレン (重量部)	2.0	2.0
下塗層厚さ (μm)	1.1	1.8
非磁性支持体材料・厚さ (μm)	75MF 3.9	PEN 6.2
T.D. (GPa)	12.0	6.08
MD/TD	1.4	1.3
BC厚さ (μm)	0.5	0.5
小粒径CB (nm、重量部)	25、50	25、50
大粒径CB (nm、重量部)	370、10	370、10
全厚 (μm)	5.6	8.65
磁気テープ容量 (GB)	~400	~200
LRT処理条件		
磁気テープ送り速度 (m/min)	400	400
研磨テープ移動速度 (cm/min)	14.4	14.4
磁気テープテンション (g)	100	100
研磨テープテンション (g)	250	250
研磨剤材料、Ra (μm)	AlTiC 0.005	Al、0.02
同直径(mm)、回転速度(rpm)	120mm、2200	60mm、2200
ディッシュ送り速度 (mm/min)	14.0	14.0
LRT処理回数 (回)	3	1
磁性面粗度 Ra (nm)	0.7	3.0
($P_1 - P_2$) (nm)	5.5	29.9
($P_1 - P_{10}$) (nm)	0.4	5.0
μ_{max}	0.22	0.20
{(μ_{max}) / (μ_{min})}	0.8	1.1
{(μ_{max}) / (μ_{min})}	1.0	1.2
{($P_1 - P_2$) / Ra}	7.9	10
N/Fe (原子比)	0.05	0.25
Cl/Fe (原子比)	1.65	1.7
初回走行PW50 (相対値)	0.1	0.85
初回走行再生出力 (dB)	4.5	+1.5
初回走行エラーレート(ERT) 10^{-1}	0.01	3.0
オフトラック (%)	0.01	0.08
100回走行後の再生出力 (dB)	0.0	-1.0
100回走行後のERT 10^{-1}	0.02	5.0
100回走行後のヘッド摩耗量 (nm)	1	10

【0069】

【表5】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
磁性層厚さ (μm) $B_r \delta$ (μTm) H_c (kA/m)	0.15 0.045 157	0.15 0.045 157	0.15 0.045 157	0.15 0.045 157
磁性層 磁性粉末の長軸長 (μm) 磁性粉末の短軸長 (重量部) 磁性粉末の平均径 (重量部) 磁性粉末の平均径 (重量部) 磁性粉末の平均径 (重量部)	0.10 1.5 0 1.0 2.0	0.10 1.5 0 1.0 2.0	0.10 1.5 0 1.0 2.0	0.10 0 0 1.0 2.0
下塗層厚さ (μm)	1.8	1.8	1.8	1.8
非磁性支持体材料・厚さ (μm) TD (GPa) MD/TD	PEM 6.2 6.08 1.3	PEM 6.2 6.08 1.3	PEM 6.2 6.08 1.3	PEM 6.2 6.08 1.3
BC厚さ (μm) 小粒径CB (nm、重量部) 大粒径CB (nm、重量部)	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10	0.5 25、50 370、10
全厚 (μm)	8.65	8.65	8.65	8.65
磁気テープ容量 (GB)	~200	~200	~340	~340
処理条件 磁気テープ送り速度 (m/min) 研磨テープ移動速度 (cm/min) 磁気テープテンション (g) 研磨テープテンション (g) 研磨テープ材質、Ra (μm) 同径径 (mm)、回転速度 (rpm) ティッシュ送り速度 (mm/min) 処理回数	LRT処理 なし	400 14.4 100 250 ブレード 処理 14.0 1	400 14.4 100 250 ブレード 処理 14.0 10	400 14.4 100 250 ブレード 処理 14.0 20
磁性面粗度 Ra (nm) ($P_1 - P_1$) (nm) ($P_1 - P_{20}$) (nm) μ_{max} { (μ_{max}) / (μ_{max}) } { (μ_{max}) / (μ_{max}) } { ($P_1 - P_1$) / Ra }	4.5 55.1 8.5 0.32 1.8 8.2 12.2	3.9 42.5 5.1 0.31 1.8 2.8 10.9	3.7 38.2 4.5 0.30 1.4 2.3 10.3	2.6 21 4.2 0.26 1.4 1.8 8.1
N/Fe (原子比)	0.40	0.28	0.25	0.23
Cl/Fe (原子比)	1.70	1.71	1.69	1.67
初回走行PW50 (相対値) 初回走行再生出力 (dB) 初回走行エラーレート (ERR) 10^{-1} オフトラック (%)	1.0 0.0 50 0.2	0.95 0.2 35 0.17	1.2 0.5 21 0.15	1.0 1.5 10 0.12
100回走行後の再生出力 (dB) 100回走行後のERR 10^{-1}	-3.0 100	-2.4 65	-2.2 42	-1.9 12
100回走行後のヘッド摩耗量 (nm)	25	20	16	15

【0070】

【発明の効果】表1ないし表5の実施例1～11および比較例1～4から明らかなように、非磁性支持体上の一面に、少なくとも一層の下塗層と、磁性層とがこの順に形成され、反対面にバックコート層を有する磁気記録媒体において、該磁性層の厚さが $0.30\mu\text{m}$ 以下、平均面粗さRaが 3.2nm 以下で、該磁性層の凹凸の中心値を P_0 、該磁性層の最大の凸量を P_1 、第20番目の凸量を P_{20} とした時の $(P_1 - P_0)$ が 30nm 以下、 $(P_1 - P_{20})$ が 5nm 以下で、かつESCA観察で得られる窒素と鉄の原子比(N/Fe)が 0.25 以下ある磁気記録媒体は、エラーレート、オフトラックが小さい優れた磁気記録媒体であることが確認された。このような効果は、特に $(P_1 - P_{20})$ を 1.8nm 以下としたときに顕著である。また、磁気記録媒体の磁性層を研磨テープ(ラッピングテープ)で研磨する工程と、その後に回転

ドラムで磁気記録媒体の磁性層を平滑化する工程と、その後に磁気記録媒体の磁性層または磁性層およびバックコート層の汚れを拭き取る工程とを含む磁気記録媒体の処理方法は、エラーレート、オフトラックが小さい優れた磁気記録媒体を作製するための優れた処理方法であることも確認された。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体を製造する場合に行うLRT(ラッピング/ロータリ/ティッシュ)処理の一例を示す概略工程図である。

【図2】スライダ上に載置された、記録ヘッドと再生用のMRヘッドとを示す概略平面図である。

【図3】図2のY-Y線で切断した概略断面図である。

【符号の説明】

- 3 研磨テープ(ラッピングテープ)
- 6 回転ドラム(ロータリホイール)

31

32

20 MRヘッド

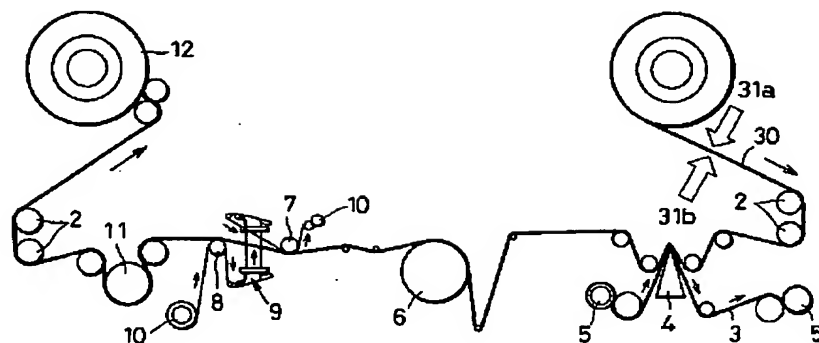
22 スライダ

30 磁気記録媒体 (磁気テープ)

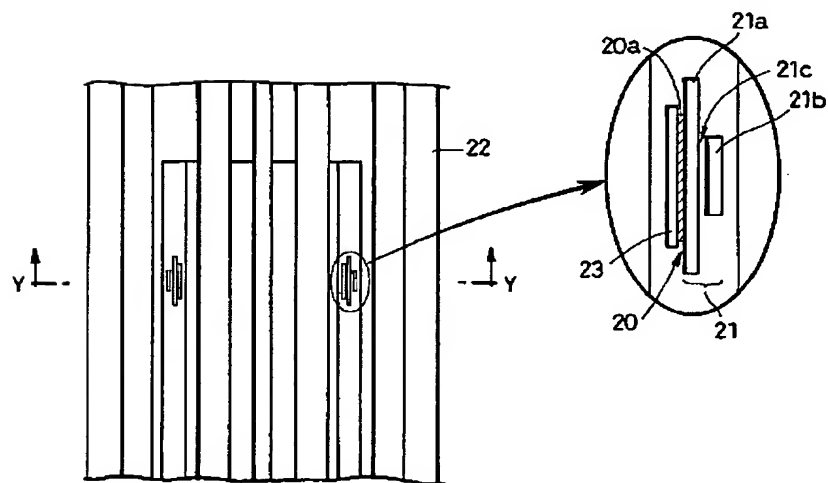
30a 磁性層

30b バックコート層

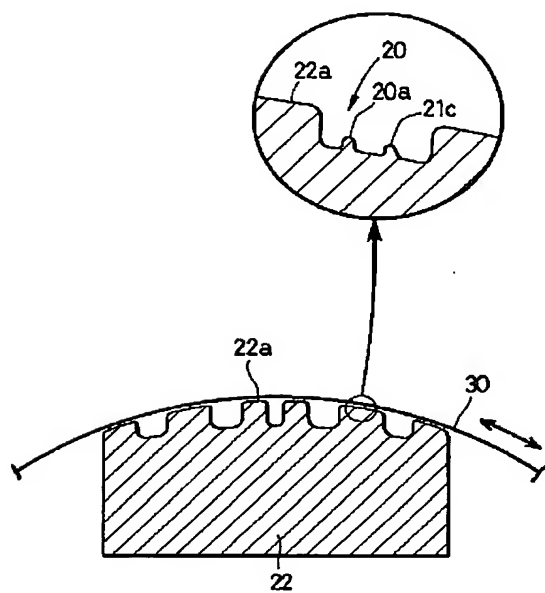
【図1】



【図2】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.